

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-054835

(43)Date of publication of application : 01.03.1994

(51)Int.Cl.

A61B 5/07

A61B 5/14

A61B 10/00

A61B 17/00

A61M 31/00

(21)Application number : 04-208204

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 04.08.1992

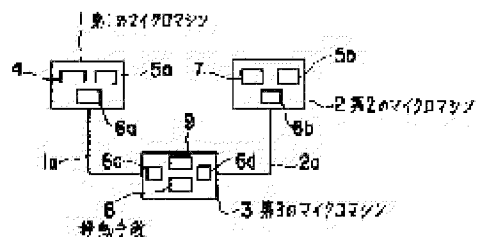
(72)Inventor : TANIGUCHI AKIRA
OKADA SACHIHIRO
AMANO ATSUSHI
TAKAMIZAWA KAZUFUMI
SUZUKI KATSUYA

(54) MICROMACHINE SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the micromachine system capable of cooperative operation with plural micromachines.

CONSTITUTION: The system is provided with a micromachine 1 provided with an observing means, a micromachine 2 provided with a treating means 7, a micromachine 3 provided with position changing means 6c, 6d, and a control means for measuring a relative position of the micromachines 1-3 and allowing the micromachines to execute a coordination operation.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-54835

(43)公開日 平成 6 年(1994) 3 月 1 日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A 6 1 B	5/07	8932-4C		
	5/14	8932-4C		
	10/00	1 0 3 A		
	17/00	3 2 0	8718-4C	
A 6 1 M	31/00	8718-4C		

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平4-208204

(22)出願日 平成 4 年(1992) 8 月 4 日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号

(72)発明者 谷口 明

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 岡田 祥宏

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 天野 敦之

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

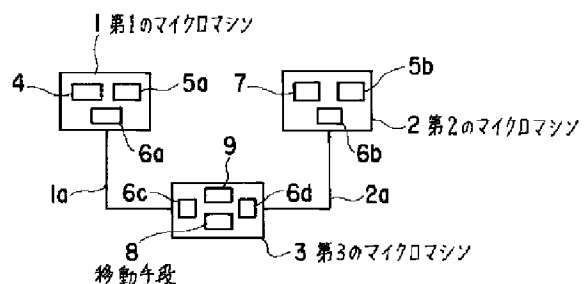
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 マイクロマシンシステム

(57)【要約】

【目的】複数のマイクロマシンを協調動作することができるマイクロマシンシステムを提供することにある。

【構成】観察手段 4 を備えたマイクロマシン 1 と、処置手段 7 を備えたマイクロマシン 2 と、位置変更手段 6 c, 6 d を備えたマイクロマシン 3 と、前記マイクロマシン 1 ~ 3 の相対位置を測定してマイクロマシンを協調動作させる制御手段とを具備したことを特徴とするマイクロマシンシステム。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも観察手段を備えたマイクロマシンと、少なくとも被対象部を処置する処置手段を備えたマイクロマシンと、少なくとも移動手段を備えたマイクロマシンと、前記マイクロマシンの相対位置を測定してマイクロマシンを協調動作させる制御手段とを具備したことを特徴とするマイクロマシンシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は工業用管路、生体管路等の観察・処置を行うマイクロマシンシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】 生体体腔内の諸情報を検出するために、経口的に体腔内に挿入する内視鏡が普及しているが、この内視鏡に代って被検者がカプセルを飲み込み、このカプセルを体外から制御して体腔内の諸情報を検出する医療用カプセルが知られている。

【0003】 例えば、実開平2-25207号公報は、医療用カプセルであり、カプセル本体に生体情報の測定手段を備えた計測部およびこの計測部からの測定結果を送信する送信部を備え、この送信部と外部の受信装置との間で無線信号を受信するようになっており、生体情報を体外において知ることができる。

【0004】 また、特開昭52-113081号公報は、外部から発生した交流磁界のエネルギーによりカプセル内部の起動手段を動作させ、生体中のサンプルを外部からの指令によって採取したり、薬液を放出するようにしたものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、従来の医療用カプセルは、被検者がカプセルを飲み込み、食道、胃、腸の順に自然に移動する途中において、カプセル本体と外部の受信装置との間で交信し、生体情報を検出するものであり、カプセル本体の位置を確認することはできても、またカプセル本体によって消化液等を採取したり、薬液等を投与することができても、生体の情報に応じて患部等を観察しながら処置することはできない。

【0006】 また、工業用管路等の点検、補修等において1台または複数台のマイクロマシンを用い、マイクロマシン本体に設けられた観察手段、マニピュレータによって管路の内壁を観察しながらから補修する工業用マイクロマシンも知られているが、1台のマイクロマシン本体に走行手段、観察手段および処置用マニピュレータ等を備えているためスペースの制約があり、十分な機能を搭載することはできなかった。また、マイクロマシンをそれぞれ独立して制御しているため複数台のマイクロマシンを協調動作させることはできなかった。

【0007】 この発明は、前記事情に着目してなされたもので、その目的とするところは、複数のマイクロマシ

ンを協調動作させることができ、狭い部位においても確実に観察、処置等ができるマイクロマシンシステムを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 この発明は前記目的を達成するために、少なくとも観察手段を備えたマイクロマシンと、少なくとも被対象部を処置する処置手段を備えたマイクロマシンと、少なくとも移動手段を備えたマイクロマシンと、前記マイクロマシンの相対位置を測定してマイクロマシンを協調動作させる制御手段とから構成したことにある。

【0009】

【作用】 制御手段によって各マイクロマシンを制御し、目的部位にマイクロマシンを近付け、少なくとも1つのマイクロマシンによって目的部位を観察しながら他のマイクロマシンに備えた処置手段によって目的部位の処置を行う。

【0010】

【実施例】 以下、この発明の各実施例を図面に基づいて説明する。

【0011】 図1～図4は第1の実施例を示し、図1は第1のマイクロマシンシステムの基本的な構成図である。第1のマイクロマシン1と第2のマイクロマシン2はそれぞれ構造体1a、2aを介して第3のマイクロマシン3に接続されている。第1のマイクロマシン1には被対象部を観察するための観察手段4、基準となる座標系における位置を検知する位置検出手段5aおよび位置を変えるための位置変更手段6aが設けられている。

【0012】 第2のマイクロマシン2には被対象部を処置する処置手段7および基準となる座標系における位置を検知する位置検出手段5bおよび位置を変えるための位置変更手段6bが設けられている。

【0013】 第3のマイクロマシン3には後述するマイクロマシン本体を前進・後退等の移動を行うための移動手段8と位置決定のための座標系の基準手段9および位置を変えるための位置変更手段6c、6dが設けられている。

【0014】 第3のマイクロマシン3に設けられた位置座標の基準手段9を基に第1および第2のマイクロマシン1、2の位置および向きを検知し、その情報を基に、各種処置を実行する。これらの処置の指示、処置結果等は例えば電波により第3のマイクロマシン3の外部に設けられた制御装置との間で同作用のエネルギーも含んで送受信される。

【0015】 次に、図2～図4に基づいて説明する。図2に示すように、第3のマイクロマシンとしてのマイクロマシン本体10の周壁には移動手段8としての複数個の車輪11および姿勢を安定に保ちつつ移動固定できる複数個の支持部材10aが設けられている。したがって、マイクロマシン本体10は前進・後退および旋回で

き、被対象部Aに対して近付くことができる。

【0016】さらに、マイクロマシン本体10には構造体1aとしての可動式のアーム12aが設けられ、このアーム12aにはCCD等の撮像素子13aおよび照明光学系13bを設けた第1のマイクロマシン1としての観察用マイクロマシン13が設けられている。

【0017】また、マイクロマシン本体10には第2の構造体2aとしてのアーム12bが設けられ、このアーム12bにはグラインダー等の処置部14を持ったマニピュレータ14を操作する第2のマイクロマシン2としての操作用マイクロマシン15が設けられている。

【0018】マイクロマシン本体10の外部には制御装置16が設けられている。この制御装置16にはマイクロマシン本体10および観察用マイクロマシン13に電源と制御信号を送信する送信アンテナ17が設けられている。すなわち、後述する受信アンテナ18に共振周波数の電磁界を印加する。この電磁界により受信アンテナ18に誘導される電圧を整流することによりマイクロマシン本体10の電源とする。

【0019】マイクロマシン本体10の内部には図3に示すように、制御装置16の送信アンテナ17からの電磁界を受ける受信アンテナ18が設けられている。この受信アンテナ18は整流回路19a、平滑用のコンデンサ19bおよびツェナーダイオード19bからなる電源回路19に接続され、受信アンテナ18で生ずる出力を平滑化してマイクロマシン本体10の動作電源としている。また、受信アンテナ18はマイクロマシン本体10を制御するための制御信号用のBPF20が内蔵されている。

【0020】ここで、BPF20は、電源用の周波数以外の周波数で制御用の信号を印加する制御用の信号はその制御用に多量のデータを効率良く送る必要があるため、それを変調(AM, FM, FSK等)して送出する。なお、誤動作を防止するため、電源供給用の周波数と制御用の周波数はn次高調波の関係とならないように設定し、その周波数のみBPF20で制限して制御回路に信号を送る。マイクロマシン本体10側では受信信号を復調して必要な制御信号のみを取り出す。この取り出した制御信号によりマイクロマシン本体10の制御を行う。

【0021】また、マイクロマシン本体10とアーム12a, 12bとの接続部およびアーム12aと観察用マイクロマシン13との接続部には図4に示すように、円環状の超音波モータ21が設けられている。この超音波モータ21は、マイクロマシン本体10と観察用マイクロマシン13とが直線状になったところを基準位置として駆動パルス数、駆動位相により回転量、回転方向を設定できるようになっている。

【0022】すなわち、アーム12a, 12bはマイクロマシン本体10および観察用マイクロマシン13に押

圧して係止されている。今、制御信号が上方向へのアーム12a, 12bの回転および観察用マイクロマシン13の光軸を被対象部Aに維持したときを例に説明する。

【0023】使用者の指示により制御装置16の送信アンテナ17からマイクロマシン本体10および観察用マイクロマシン13に電源と制御信号が与えられている。電源が与えられたマイクロマシン本体10および観察用マイクロマシン13は受信した制御信号を復調し、内容を解析した超音波モータ21の回転を行う。また、実際に超音波モータ21に印加した周波数、方向(移動量、回転方向)を制御装置16に伝達し、必要ならその位置等を表示してもよい。

【0024】なお、観察用マイクロマシン13は観察用のみに限定されず、処置用のマニピュレータを設けてもよい。また、マイクロマシン本体10に観察用手段などを内蔵させてもよい。実際に狭い管路空間への進行時には全体を1つの管状となるように保ちながら必要に応じて最先端に設けられた観察用マイクロマシン13をアーム12aに対して回転させることで進入方向の回頭を行うことができる。

【0025】図5および図6は第2の実施例を示し、複数個、この実施例では3台のマイクロマシンを直接接続せずに、制御装置を通じて間接的に強調動作させるようにしたものである。

【0026】すなわち、31は第1のマイクロマシン、32は第2のマイクロマシン、33は第3のマイクロマシンであり、マイクロマシン本体10の周壁には移動手段8としての複数個の車輪11および姿勢を安定に保ちつつ移動固定できる複数個の支持部材10aが設けられている。34は制御装置である。

【0027】第1～第3のマイクロマシン31～33の内部にはそれぞれの位置を検知するための3軸直交のセンスコイル35が内蔵されている。また、制御装置34には処置を必要とする空間で十分な磁界を発生できる位置にx, y, zの3軸直交のアンテナコイル36が設置されている。

【0028】第1および第2のマイクロマシン31, 32には処置部37a, 37bを有するマニピュレータ38a, 38bが設けられ、第3のマイクロマシン33にはCCD等の撮像素子からなる観察手段39および照明光学系39aが設けられている。

【0029】今、アンテナコイル36を駆動すると、このアンテナコイル36と第1～第3のマイクロマシン31～33のセンスコイル35間の距離に二乗に反比例し、基準軸との回転角、ずれ角で決まる振幅、位相を持った信号が各センスコイル35に誘導される。

【0030】このようにして得られた信号をA/Dコンバータで読み込み、基準座標系における位置を算出するための制御装置34に対して送信する。制御装置34では送られてきたデータを基に、第1～第3のマイクロ

シン31～33の位置、方向を求める。その結果と第1～第3のマイクロマシン31～33の形状データによりその位置関係をCRT等の表示装置に表示してもよい。

【0031】このようにして第1～第3のマイクロマシン31～33の位置、方向を検出できるため、被対象部Aにすべてのマイクロマシン31～33を向かせたり、他のマイクロマシン31～33の移動の妨げにならないようにできる。なお、基準となるアンテナコイル36はいずれかのマイクロマシン31～33に内蔵してもよい。

【0032】このとき、同時に動作しているマイクロマシン31～33の中に観察機能を持つものが1つしかないとする、この場合、被対象部Aと観察用マイクロマシンの間に他のマイクロマシンやマニピュレータが入ってしまうと重なった部分、死角になりその先を知ることができなくなる。

【0033】そこで、図7に示す第2の実施例の変形例1のように、第4のマイクロマシン37を追加し、4台のマイクロマシン31～33および37を連係動作させてもよい。この第4のマイクロマシン37には第3のマイクロマシン33と同様に観察手段39および照明光学系39aを備えている。

【0034】この場合、マイクロマシンが使用する空間内で自由に位置できればよいが、物体表面等の平面的な広がりのみが有る空間においては自由に位置することは困難である。

【0035】そこで、図8に示す第2の実施例の変形例2に示すように、死角をなくすために、第3のマイクロマシン33の観察手段39とは別に、例えば第2のマイクロマシン32に観察手段39eを有するマニピュレータ38cおよび照明手段39bを有するマニピュレータ39dを設けてもよい。このように構成すれば、別の観察手段の視界を調整することで死角を減らすことができる。

【0036】しかし、複数の画面を操作者が確認しながら、移動等の作業を実施することは困難である。そこで、主となる画面上の中心付近に向かってレーザ光等の光線Lを照射し、その照射位置を操作者がジョイスティック等で設定することにより、照射により発生する輝点を従となる観察用マイクロマシン側の撮像信号により位置抽出して例えば常に中心に観察用マイクロマシンが向くように制御する。なお、従となる観察手段の画角は主となる観察手段の画角調整（ズームング）に連動させるようにしてもよい。

【0037】また、マニピュレータや被対象部Aの形状等で、前記輝点を見付けられない場合も考えられる。その際には各マイクロマシンの相対位置から従の観察用マイクロマシンの観察光軸を設定するようにしてもよい。また、死角の減少が目標であるので関連する障害物を回避しつつ輝点追跡するようにしてもよい。

【0038】図9は第3の実施例を示す。第1および第2の実施例のように、マイクロマシン本体10の側壁にアーム12aを接続し、その接続部に超音波モータ21を設けた構成であると、マイクロマシン10に対してアーム12aの回転方向が1方向であり、設定可能な位置の自由度が低いという問題を解決したものである。

【0039】すなわち、この実施例は、マイクロマシン本体10の一端部には円筒部40が設けられ、この円筒部40には第1の超音波モータ41が設けられている。

10 円筒部40には第1の超音波モータ41によって回転されるアーム取付部42が設けられ、このアーム取付部42には第1の超音波モータ41と直角方向に回転を付与する第2の超音波モータ43が設けられている。そして、この第1と第2の超音波モータ41、43によってアーム44が回転するように構成されている。なお、40aはリングである。このように構成することにより、アーム取付部42が回転自在となり、マイクロマシン本体10の位置設定の自由度が増えるという効果がある。

20 【0040】図10は第4の実施例を示す。第1～第3の実施例においては、超音波モータによってアームを駆動したが、この実施例は、マイクロマシン本体10の側壁に回転自在に枢支されたアーム45に形状記憶合金製のばね46a、46bを設けてアーム45を回転するように構成したものである。

【0041】すなわち、アーム45は枢支ピン47によってマイクロマシン本体10の側壁に枢支されている。枢支ピン47と離間するアーム45の端部には固定ピン48が突設され、この固定ピン48を挟んで上下方向には前記形状記憶合金製のばね46a、46bが張設され、これらばね46a、46bを選択的に通電加熱することにより、アーム45を枢支ピン47を支点として上下方向に回転できるようになっている。なお、ばね46a、46bの長さはこれに電流を流して抵抗値を測定することにより確認できる。

【0042】図11および図12は第5の実施例を示し、マイクロマシン本体10に対するアーム49の取付け構造に関する。マイクロマシン本体10の端部にはマイクロマシン本体10の中心を通るすり割溝50が設けられ、このすり割溝50の内部には互に対向する係合穴51が設けられている。アーム49の端部はすり割溝50に挿入され、そのアーム49の端部には係合穴51に係合する枢支ピン53が設けられている。

【0043】このように構成することによって、アーム49が横方向に振れることはなく、強度的に優れ、アーム49を1本とすることができ、マイクロマシン本体10に対してアーム49および駆動源の占める割合が少なくなり、小形化できるとともに、構造上の無理がなくなる。また、アーム49を回転する駆動源としては超音波モータ（図示しない）を用いればよい。

【0044】図13および図14は第6の実施例を示す。マイクロマシン本体10の端部には球状凹部54が設けられ、この球状凹部54にはアーム55の端部に設けられた球状部56が揺動自在に嵌合されている。球状凹部54には互いに直交する円環状の振動子57が設けられている。このように構成すると、振動子57に印加する信号を変えることにより同一の構造体上で、一軸以上の振動制御ができる。

【0045】図15は第7の実施例で、第6の実施例に示す構造を採用して超音波ビームの方向を変えるようにしたものである。マイクロマシン本体10の端部には球状凹部58が設けられ、この球状凹部58には球状のハウジング59が三次元的に揺動自在に収納されている。

【0046】ハウジング59の内部には前面側に音響レンズ60、後面側に整合層、吸収層61を設けた超音波振動子62が設けられ、吸収層61には駆動回路(図示しない)とのマッチング用のインダクタンス63が設けられている。

【0047】ハウジング59と球状凹部58との間には球状凹部58に沿って直交する超音波モータ用の2個の円環状の振動子(第6の実施例と同様)が設けられ、これは球状凹部58に設けられた通孔64を挿通するケーブル65を介してマイクロマシン本体10に接続されている。ケーブル65はシリコン等のシールド部材66でシールドされ、組立て時にはハウジング59の内部に整合用の流体、例えばパラフィン67を充填し、前面に音響インピーダンスが略等しいキャップ68が設けられている。

【0048】このように構成することによって、超音波ビームを効率よく走査できる。この際、位置決めされる側のマイクロマシンではこの超音波ビームを検出して自身から超音波ビームを出すようにしてもよい。このように構成すると、基準となるマイクロマシンで受信する信号強度が上がるため、位置の誤検出を防止できる。

【0049】なお、マイクロマシン本体の作動用の電源供給は外部から電磁波を印加し、誘導させることにより実施しているが、これは超音波により信号を印加し、発生する電圧を制御できるようにしてもよい。複数のマイクロマシン本体の場合には、それぞれのマイクロマシン本体内に電源回路を持たず、印加される電磁波より動作の電圧を生成する電源回路を有するマイクロマシン本体を設け、そのマイクロマシン本体より各マイクロマシン本体に電源を供給するようにしてもよい。また、1台ですべてのマイクロマシン本体に対して電源を供給するだけの容量がない場合には各機能マシン(観察用マイクロマシン、マニピュレータ内蔵マイクロマシン等)毎に電源供給用のマイクロマシンもしくは電源供給ブロックを設けてもよく、多数のマイクロマシンに安定して電源供給できる。

【0050】各マイクロマシン本体の位置関係の把握

は、マイクロマシン本体の作動する空間が平面空間であれば、直交2軸のアンテナコイルを用いることもできる。また、各マイクロマシン本体の位置関係の決定は3軸のコイルを用いなくてもよい。例えば、マイクロマシン本体に超音波振動子を内蔵させる各マイクロマシン本体に固有の既定の周波数で超音波振動子を駆動する。この超音波を受信した他のマイクロマシン本体では自分自信の固有な周波数の信号に変換して出力する。

【0051】マイクロマシン本体では超音波の出力から他の周波数の信号の受信間での時間によりその距離を導出する。多数のマイクロマシン本体間の距離を算出することにより、その位置を導出する。また、発生する超音波ビーム方向を変えながら(走査しながら)その反射波の強度ピーク方向を求め、その時の発信が受信するまでの時間差から距離を求めるようにしてもよい。

【0052】図16~図19は管路内走行機能を備えたマイクロマシンを示す。図16はマイクロマシンの概略的構成を示し、マイクロマシン本体70にはケーブル71が接続されている。マイクロマシン本体70の両側には支持部材72が設けられ、この支持部材72の前端部および後端部には超音波モータ73を介して支持脚74が設けられている。この支持脚74の先端部には歯部を有する支持輪75が設けられている。そして、ケーブル71によって超音波モータ73の動力用信号およびビデオカメラ等の信号を伝送するようになっている。

【0053】超音波モータ73は、図17および図18に示すように、軸受部76とこの軸受部76に対して回転および軸方向に移動自在に軸支された軸部77とからなり、この軸部77が前記支持脚74と一体に形成されている。軸受部76には縦方向の進行波78aを発生する圧電素子78と横方向の進行波79aを発生する圧電素子79がマトリックス状に配置されている。

【0054】したがって、圧電素子78に歪の波を縦方向の進行波78aとして発生させることにより、軸部77を軸方向に進退させることができ、圧電素子79に横方向の進行波79aとして発生させることにより、軸部77を回転させることができる。

【0055】このように構成されたマイクロマシンによれば、管路80の内部を走行する場合、まず、マイクロマシン本体70の進行方向側の超音波モータ73によって軸部77を介して支持脚74を縦方向の進行波78aによってマイクロマシン本体70の左右方向に突出させ、支持輪75を管路80の左右壁80aに押し付ける。

【0056】この状態で、マイクロマシン本体70の進行方向側の超音波モータ73によって軸部77を横方向の進行波79aによって略180°回転させると、マイクロマシン本体70が図19に示すように、マイクロマシン本体70の進行方向側の支持脚74を支点としてマイクロマシン本体70の全体が進行方向に回転する。

【0057】マイクロマシン本体70が半回転すると、今まで進行方向と反対側にあった支持脚74が進行方向に位置し、ここで前述と同様に超音波モータ73によって軸部77を介して支持脚74を縦方向の進行波78aによってマイクロマシン本体70の左右方向に突出させ、支持輪75を管路80の左右壁80aに押し付ける。

【0058】次に、今まで管路80の左右壁80aに押し付けられていたマイクロマシン本体70の後方側の支持輪75を左右壁80aから離し、超音波モータ73によって軸部77を回転させると、再びマイクロマシン本体70の進行方向側の支持脚74を支点としてマイクロマシン本体70の全体が進行方向に回転する。この操作を繰り返すことにより、管路80の内部をマイクロマシン本体70が回転しながら重力に逆らって走行する。

【0059】前述のようにマイクロマシン本体70が回転しながら走行すると、マイクロマシン本体70に接続されたケーブル71がマイクロマシン本体70に巻き付いてしまう。しかし、図20に示す変形例1のように、マイクロマシン本体70の胴部にスリップリング81を回転自在に嵌合し、このスリップリング81にケーブル71を接続することにより、マイクロマシン本体70が回転してもスリップリング81は回転しないためケーブル71の巻き付きを防止できる。

【0060】また、図21に示す変形例2のように、マイクロマシン本体70の胴部にケーブル71をあらかじめ巻き付けておき、マイクロマシン本体70が回転しながら走行することにより、ケーブル71が解けるようにしてもよい。

【0061】図22～図26はマニピュレータを備えたマイクロマシンを示す。図22に示すように、マイクロマシンは、本体82と、走行装置83と、多自由度湾曲装置84および先端処置部85とから構成されている。多自由度湾曲装置84は複数の腕部86a～86dを繋ぎ合わせることで構成されている。

【0062】腕部86a～86dは図23に示すように、マルチルーメンチューブ87で形成され、各ルーメンはそれぞれガス充填部88および光ファイバー89等が挿通可能なチャンネル部90から構成されている。ガス充填部88はその内部にガス91が充填されている。

【0063】このガス91は、例えばフロンガスである。フロンガスは沸点が体温より僅かに高く、光ファイバー89を介して導かれた光で照射されると膨張し、光の照射を止めると収縮して元に戻る性質を有する。

【0064】また、各ガス充填部88には光源（図示しない）からの光を送る光ファイバー89の出射端面92が設けられており、ガス充填部88の内部を照射することができる。チャンネル部90の内部には光ファイバー89や例えば先端処置部85を駆動するためのフレキシブルシャフト93が挿通されている。

【0065】また、ガス充填部88は、図24に示すように、それぞれが個々に区別されて独立している。チャンネル部90は各腕部86a～86dを貫通しており、複数の腕部86a～86dを繋ぎ合わせたとき一端から他端まで連通して1つの通路を構成するようになっている。そして、チャンネル部90に挿通された光ファイバー89の出射端面92はそれぞれガス充填部88の内部に位置するように設けられている。

【0066】このように構成されたマイクロマシンは、例えば管路等の狭い場所に入り作業を行う作業マシンであり、先端処置部85は、例えばグラインダー94であり、管路95の壁95aを研削することができる。

【0067】すなわち、本体82には走行装置83が設けられているため、作業を行う目的部位まで移動し、目的部位に到達したところで、多自由度湾曲装置84を操作することによってグラインダー94を壁95aに当てて研削することができる。

【0068】このとき、作業用マイクロマシンの位置やグラインダー94の位置を正確に知るため、観察用マイクロマシン（図示しない）が協調動作しているが、この作業用マイクロマシンに観察手段としてCCD等を設け、自ら作業範囲を観察してもよい。

【0069】この作業用マイクロマシンの多自由度湾曲装置84は複数のガス充填部88にガス91が充填されているため、前述したように、ガス91が光を受光することにより膨張し、光の照射を止めることにより元の体積に戻るものであり、光ファイバー89からの光はそれぞれ各部屋ごとに独自に照射と停止の制御を加えるようにすることで任意に膨張させたり元に戻したりすることができる。

【0070】次に、多自由度湾曲装置84の動作を図25に基づいて説明する。腕部86a～86dの湾曲動作は光源96からの光を各腕部86a～86dのガス充填部88に伝達することでガス91を膨張させ、それにより湾曲するようになっている。たとえば、腕部86aを上下2つの部屋（ガス充填部88）86Aと86Bに分割し、それぞれにガス91を充填する。さらに、上下に分割された2つの部屋にはそれぞれ光源96からの光を伝達する光ファイバー89の出射端面92が設けられており、それぞれの部屋86Aと86Bに光を照射することができる。光ファイバー89の基部97は光源装置98に接続されており、光源96からの出射光を受光できるようになっている。

【0071】光源96と光ファイバー89の基部97との間にはシャッタ99が設けられており、各光ファイバー89への光路を遮断したり、開放できるようになっている。シャッタ99は光ファイバー89への光を照射を切替える切替手段を兼ねており、これにより上下の部屋86Aと86Bに任意の光を照射することができる。

【0072】ここでは、制御部100が光源の点灯、消

灯を検知し、消灯から点灯に切替わったことを検知すると、いったんシャッタ99を全閉し、両方の光路を閉じる。次に、図において下方へ湾曲させた時は上方の部屋86A側の光路を開けるようにシャッタ99を制御する。すると、上方の部屋86Aの中に光が照射され、内部のガス91が膨脹し、腕部86aを下方へ湾曲させる。そして、光の照射を止めると、ガス91は通常状態へと戻り、腕部86aも真っ直ぐの状態に戻る。次に、反対側の部屋86Bに光を照射することで同様に下方の部屋86Bのガス91が膨脹して腕部86aは上方へ湾曲する。

【0073】このように腕部86a～86dは内部を複数の部屋に区分し、独立して光を照射することにより任意の方向に腕部86a～86dを湾曲させることができる。また、1つの光源96の光路を切換えることで複数の部屋に独立して光を照射したが、光源を複数設けて光源そのものの点灯を制御するようにしてもよく、また光路の切換えも上記実施例に限らず、各部屋に対して独立して光を照射するものでもよい。また、ガス充填部を3部屋に分けたり、動作の説明のために2つに分けたが、部屋数を増やすことで湾曲方向もより細かな動きとなることは言うまでもない。

【0074】また、先端処置部85を駆動するための駆動手段(例えばフレキシブルシャフト93)を挿通するチャンネル部90も中央に設ける必要がなく、例えば図26に示すように操作ワイヤ101を押し引きすることによって先端処置部としての把持部(図示しない)を把持動作するようにしてもよい。さらに、操作ワイヤ101を6つに分割された部屋の1つをチャンネル102として利用できる。そして6つ部屋を1つ置きにガス充填部88とチャンネル部90として利用することで腕部103を構成している。このように腕部103を単純に分割しても前述した腕部86と同様の動作をする。

【0075】このようにマイクロマシンのマニピュレータをガスを充填した複数の腕部で構成することで、個々の腕部を任意の方向に曲げることが可能となり、複雑な湾曲動作ができるため、狭く複雑な状況下でも自由に先端処置部を移動でき操作性が向上する。また、湾曲のために必要な機械的な構造を必要としないため小形化が可能となり、動作不良等の故障をなくすることができる。

【0076】図27～図28はマニピュレータを備えたマイクロマシンのマイクログリッパシステムを示すもので、軸部105の先端部には超音波振動子106によって駆動され、物を把持するマイクログリッパ107が設けられている。マイクログリッパ108は物を把持する際に、その把持力が強すぎると把持した物を破損させる恐れがあるため、適度な把持力に制御する必要がある。

【0077】図28はマイクログリッパ107を操作する超音波振動子106に流す電流Iの量を観察し、あるレベル以上の電流が流れないようにしたものである。例

えば超音波振動子106の駆動手段109から出力される電流値を電流検出手段110で検出し、ある一定レベルの電流を越えないようにする。もし、一定レベルの電流値を越えたら、ただちに把持力制御手段111が駆動手段109からの出力電流を抑えて一定レベル以上の電流が流れないようにする。また、電流値を検知するだけでなく、負荷インピーダンスを観察することでもマイクログリッパ107の把持力を制御することができる。このようにマイクログリッパ107では必要以上の把持力が加わらないように制御できるため、非常に強い力が加わって物を破損してしまうことがなく、一定の把持力を簡単に得られる。

【0078】図29のマイクログリッパ112は、形状記憶合金113によって形成したものである。形状記憶合金113は2方向性のものを利用し、通常状態では開いた状態にあり、電圧を印加することで閉じ、電圧の印加を停止すると開いた状態に戻るよう形成されている。

【0079】形状記憶合金113は開閉状態が常に同じ状態になるため、常に一定の把持力を与えられる。しかも、電圧の印加のオン・オフにより開閉が自由に行なえるため、制御が簡単である。このようにマイクログリッパ112を形状記憶合金113で形成することによって常に一定の把持力が得られる。

【0080】図30は、同じく形状記憶合金113によって形成したマイクログリッパ114で、人間の手のように複数本の指115を持っており、電圧を印加すると、物を包むような形状に変形したり、物に絡み付くように変形するようにしてもよい。

【0081】このように形状記憶合金113の複数本の指115で物を包んだり、絡み付くように囲むことで物を掴むことができる。しかも、包む形状が決まっているため、物を必要以上に圧迫することもなく、それによって破損させる恐れもない。

【0082】図31～図35は多段湾曲マニピュレータシステムを示すもので、121は被写体を観察するための多段湾曲部を持ったマニピュレータである。このマニピュレータ121は本体122に設けられ、この本体122にはマニピュレータ121の各段の湾曲部を駆動する第1と第2のモータ123a、123bが設けられているとともに、この第1と第2のモータ123a、123bを駆動する信号を送り、本体122から各湾曲部の湾曲角を表示する信号、観察ビデオ信号を受信するコントロールユニット124と接続されている。また、このコントロールユニット124には使用者が指示を与えるためのキーボード125が設けられている。

【0083】マニピュレータ121は各段の湾曲部の先端に金属環126が設けられ、この金属環126の上下左右にはそれぞれワイヤ127a～127dの一端部が接続されている。また、この金属環126の中心部には

10

20

30

40

50

照明用のライトガイドファイバおよび観察用のイメージガイドファイバ（図示しない）が挿通されている。

【0084】前記本体122の内部にはマニピュレータ121の外周面と転接し、これを送り出したり、引き込むためのローラ128が設けられている。また、前記第1のモータ123aによって回転するスプロケット129aと第2のモータ123bによって回転するスプロケット129bが設けられている。

【0085】そして、スプロケット129aには縦方向のチェーン130aが掛け渡され、この両端は前記ワイヤ127a、127bに接続されている。同様にスプロケット129bには横方向のチェーン130bが掛け渡され、この両端は前記ワイヤ127c、127dに接続されている。また、スプロケット129a、129bには回転角を電気信号に変換するポテンシオメータ131が設けられている。

【0086】前記コントロールユニット124には前記本体122から出力されるビデオ信号と各段の湾曲角を表すポテンシオ出力をデジタル信号に変換するA/D変換器132、133と前記キーボード125から入力されるカーソル位置信号よりビデオ信号と同期させて希望位置にカーソルのキャラクタ信号を作成するキャラクタ作成回路134と、このキャラクタ作成回路134のキャラクタ信号位置から任意の範囲のビデオ信号を抜き取り記憶する抽出回路135と、前記A/D変換器132が出力するデジタルビデオ信号を記憶するメモリ回路136と、前記抽出回路135とメモリ回路136の出力を比較し一致する場所を探す位置決定回路137と、この位置決定回路137の出力する位置に前記キャラクタ作成回路134から出力されるデジタルビデオ信号に加算する加算回路138と、この加算回路138から出力されるデジタルビデオ信号をアナログ信号に変換するD/A変換器139と、前記キーボード125のカーソル位置信号からモニター上の中心位置への移動のベクトルを計算し、そのベクトル信号より各段の湾曲部を駆動する第1および第2のモータ123a、123bを制御する信号を作成し、前記位置決定回路137の出力信号より前記第1および第2のモータ123a、123bの駆動信号の補正い、さらに、前記A/D変換器133の出力するポテンシオ信号より各段の湾曲角を判別し、前記マニピュレータ121の各段の湾曲部を前記本体122よりの湾曲部の制御を行い、湾曲部のポテンシオ信号が変化しなくなった時、次の段の湾曲部を駆動するCPU140とこのCPU140の出力する各モータ123a、123bの駆動信号をアナログ信号に変換するD/A変換器139aとから構成されている。

【0087】次に、前述のように構成されたマニピュレータシステムの作用について説明する。図34の(a)に示すように、被観察物141が視野内の隅にあり、像141aが図35の(a)に示すようにモニター上の左

隅にある場合、操作者はキーボード125を操作してキャラクタ作成回路134で作成されたカーソルをモニター上の像141aに合わせる。すると、抽出回路135は枠信号を作り、そのエリア内のビデオ信号を記憶する。

【0088】また、CPU140はカーソル位置とモニターの中心位置よりカーソル位置からモニター中心へのベクトルを演算し、そのベクトル方向に見合った方向に、図34の(b)に示すように、マニピュレータ121の本体122寄りの湾曲部から湾曲を開始する。

【0089】すると、図34の(b)に示すようにマニピュレータ121が障害物142に突き当たり、これ以上アングルがかからなくなると、第1および第2のモータ123a、123bのスプロケット129a、129bが回転しなくなり、ポテンシオメータ131の出力は変化しなくなる。

【0090】ポテンシオメータ131の出力が変化しなくなると、CPU140は次の段の湾曲部を湾曲するように指示する。すると、図34の(c)に示すように、矢印で示す段の湾曲部の湾曲が行われる。

【0091】また、マニピュレータ121が別の障害物143に当たり、湾曲ができなくなり、ポテンシオメータ131の出力の変化がなくなると、図34の(d)に示すように、次の段の湾曲部の湾曲をCPU140が指示する。

【0092】位置決定回路137は順次入力されるビデオ信号を記憶するメモリ回路136の出力と抽出回路135で抽出されたカーソルで指示した位置の規定のエリア内のビデオ信号を比較し、一致する部分の位置を決定する。

【0093】抽出回路135で抽出されたビデオ信号をビデオ信号のHレート、Vレートで順次シフトし、メモリ回路136の出力と比較し一致した時点のHレート、Vレートでのシフト量より湾曲動作によりモニター上のどの位置に像141aが移動したかを判断する。

【0094】この位置決定回路137で検知した被観察物141の移動位置にキャラクタ作成回路134で作成したカーソル信号をビデオ信号上加算回路138で加算することで、図35の(b)から(c)に示すように、矢印の位置が像141aを追従する。

【0095】このように、外部より指示した被観察物の位置のモニター中心位置からのベクトルを算出し、多段式のマニピュレータ121の手前側の湾曲部から優先的に湾曲動作を行い、湾曲動作が障害物等でこれ以上進まなくなった時、次の段の湾曲部の湾曲を行うように制御することで、マニピュレータ121は最短距離で被観察物141に近付けることができる。

【0096】図36は、前記マニピュレータシステムの変形例を示すもので、湾曲部144には湾曲部144の各段に共通に接続された4本のガイドワイヤ144a～

144dが周方向に90°間隔に挿通されている。このガイドワイヤ144a~144dの中途部が超音波モータ145a~145hに挿通されていて、超音波モータ145a~145hによってガイドワイヤ144a~144dを前後方向に移動することにより、湾曲部144を湾曲するように構成したものである。

【0097】各段の湾曲部144のアンクル角の検知は、各ガイドワイヤ144a~144dの各超音波モータ145a~145hの中間位置に磁石146a~146dを設け、マニピュレータ121の内壁にホール素子147a~147hを磁石146a~146dの前後に配設することで、前後のホール素子147a~147hの出力の相関によりガイドワイヤ144a~144dの移動量を検知し、各段でのアンクル角を検知することができる。

【0098】例えば、ガイドワイヤ144aは超音波モータ145a、146e間で長くなり、ガイドワイヤ144dが超音波モータ145d、145h間で短くなると、図36の(b)に示すように、ガイドワイヤ144dの方向へ湾曲する。このとき、ガイドワイヤ144aの磁石146aはホール素子147bに近寄り、ホール素子147a、147bの差分はマイナスになる。ガイドワイヤ144dの磁石146dはホール素子147gに近寄り、ホール素子147g、147hの差分はプラスになる。この2つの信号によって湾曲方向および角度が上下方向で分かる。さらに、ガイドワイヤ144b、144cの各ホール素子147c~147fの出力を用いることで上下左右の湾曲方向、角度が分かる。

【0099】図37は、前記マニピュレータシステムの変形例2を示すもので、マニピュレータ121を湾曲して被測定物148がモニター上の中心にくるようにした状態から、図37の(b)に示すように、マニピュレータ121を送り出す際、 ΔL だけ送り出し、モニター上の中心に被測定物148が位置するように湾曲補正を行い、このときの補正量 $\Delta\theta/\Delta L$ をCPU140で演算すると、送り出し量に応じて湾曲補正量を算出し、モニター上、被測定物148を中心に持ってくる事が素早く簡単に行うことができる。

【0100】図38~図41はロッドアンテナ状のマニピュレータを備えたマイクロマシンシステムを示す。マイクロマシン本体150は、ロッドアンテナ状のマニピュレータ151と、マニピュレータ151を内側から送り出したまたは引き込むための駆動ローラ152と、マニピュレータ151の内部を通っているライトガイドファイバ153に光を供給するランプ154と、ランプ154の電源155と、マニピュレータ151の内部を通っているイメージガイドファイバ156と、イメージガイドファイバ156が伝送する光像を集光するレンズ157と、レンズ157が集光した光像を光電変換する固体撮像素子158と、固体撮像素子158の出力を映像信

号に変換するビデオ回路159とから構成されている。

【0101】前記マニピュレータ151はロッドアンテナ状の各段の先端部にアンクル機構160が設けられている。すなわち、金属環161の上下左右にはワイヤ162a~162dの一端が接続されている。ワイヤ162aと162bは他端部においてチェーン163aを介して接続され、このチェーン163aは第1のモータ164aのスプロケット165aに掛け渡されている。また、ワイヤ162cと162dは他端部においてチェーン163bを介して接続され、このチェーン163bは第2のモータ164bのスプロケット165bに掛け渡されている。

【0102】したがって、図40の(a)に示すように、マイクロマシン本体150からマニピュレータ151を送り出し、いったんアンクルをかけても、図40の(b)に示すように、マニピュレータ151を送り出し、被写体166に近接すると、アンクルを再度かけ直せば、視野から被写体166が消えてしまうということを防ぐことができる。

【0103】すなわち、図41に示すように、ロッドアンテナ状のマニピュレータ151の最も基端部からアンクルをかけると、マニピュレータ151を被写体166に近接するために、中心部を駆動ローラで送り出すと各段が引きずられて伸びる。しかし、最も基端部でアンクルをかけているため、被写体166は視野から消えることがない。また、図41の(c)に示すように、マニピュレータ151の各段のアンクルをかけることで被写体166の側面など自由な角度で観察することが可能となる。

【0104】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、観察手段を備えたマイクロマシンと、処置手段を備えたマイクロマシンと、移動手段を備えたマイクロマシンと、前記マイクロマシンの相対位置を測定して各マイクロマシンを協調動作させる制御手段とを具備することによって、複数台のマイクロマシンを協調動作することができ、被対象部を少なくとも1つのマイクロマシンで観察しながら他のマイクロマシンで被対象部を処置することができ、また相互の干渉を防止してスムーズが作業を実施できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施例のマイクロマシンシステムの概略的構成図。

【図2】同実施例のマイクロマシンシステムの斜視図。

【図3】同実施例の電気回路図。

【図4】同実施例のアームの取付け構造を示し、(a)は側面図、(b)は正面図。

【図5】この発明の第1の実施例の変形例1を示すマイクロマシンシステムの斜視図。

【図6】同実施例の作用説明図。

【図7】この発明の第1の実施例の変形例2を示すマイクロマシンシステムの斜視図。

【図8】この発明の第2の実施例のマイクロマシンシステムの斜視図。

【図9】この発明の第3の実施例のマイクロマシンシステムのアーム取付け部の側面図。

【図10】この発明の第4の実施例のマイクロマシンシステムのアーム取付け部の側面図。

【図11】この発明の第5の実施例のマイクロマシンシステムのアーム取付け部の側面図および平面図。

【図12】同実施例のアームを示す斜視図。

【図13】この発明の第6の実施例のマイクロマシンシステムのアーム取付け部の側面図。

【図14】同実施例のアームの取付け部の斜視図。

【図15】この発明の第7の実施例のマイクロマシンシステムのアーム取付け部の一部を断面した側面図。

【図16】管路内走行機能を備えたマイクロマシンの側面図。

【図17】同マイクロマシンの超音波モータの作用説明図。

【図18】同マイクロマシンの超音波モータの軸受け部を示す斜視図。

【図19】同マイクロマシンの作用説明図。

【図20】同マイクロマシンの変形例1を示す側面図。

【図21】同マイクロマシンの変形例2を示す側面図。

【図22】マニピュレータを備えたマイクロマシンの側面図。

【図23】図22のA-A線に沿う断面図。

【図24】図23のB-B線に沿う断面図。

【図25】同マニピュレータを備えたマイクロマシンの*30

*作用説明図。

【図26】同マニピュレータを備えたマイクロマシンの変形例を示す腕部の断面図。

【図27】マイクロマシンのマイクログリッパの側面図。

【図28】同マイクロマシンのマイクログリッパの駆動回路図。

【図29】マイクロマシンのマイクログリッパの側面図。

10 【図30】マイクロマシンのマイクログリッパの側面図。

【図31】多段湾曲マニピュレータシステムを示す概略的構成図。

【図32】同マニピュレータの縦断側面図。

【図33】同マニピュレータの湾曲駆動部を示す側面図。

【図34】同マニピュレータの作用説明図。

【図35】同マニピュレータの作用説明図。

20 【図36】同マニピュレータの変形例を示す概略的縦断側面図。

【図37】同マニピュレータの作用説明図。

【図38】ロッドアンテナ状のマニピュレータの概略的構成図。

【図39】同マニピュレータの湾曲駆動部を示す斜視図。

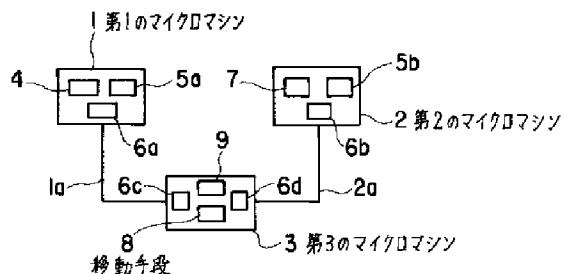
【図40】同マニピュレータの作用説明図。

【図41】同マニピュレータの作用説明図。

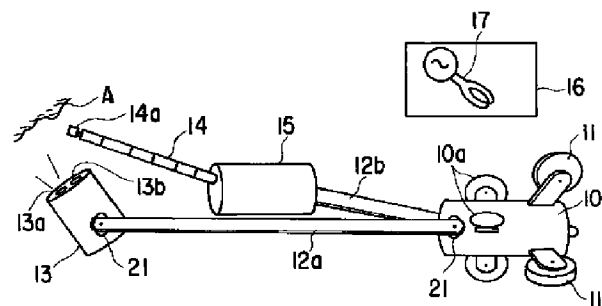
【符号の説明】

1～3…マイクロマシン、4…観察手段、7…処置手段、8…移動手段。

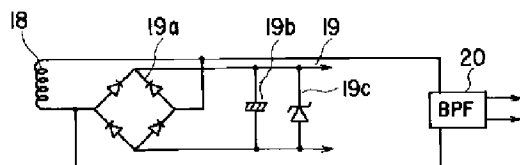
【図1】



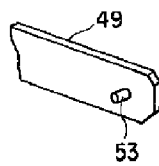
【図2】



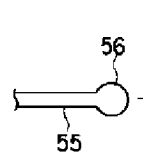
【図3】



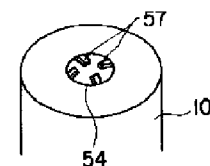
【図12】



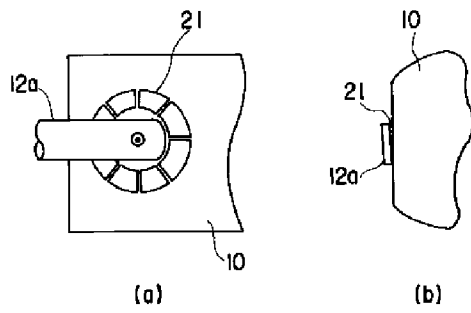
【図13】



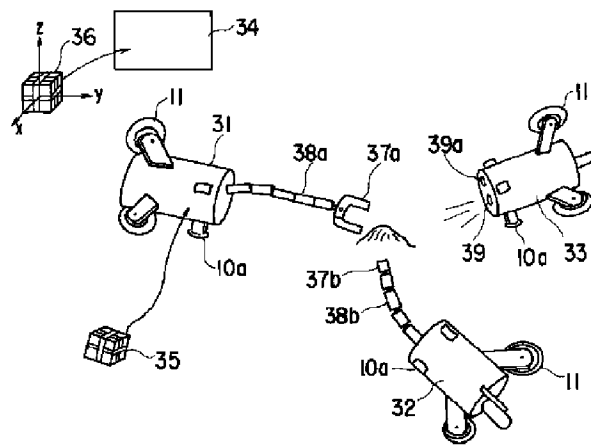
【図14】



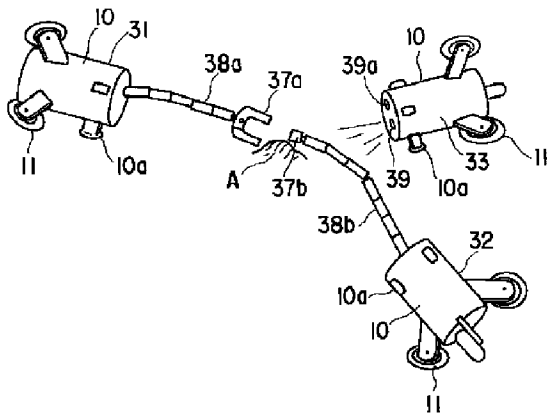
【図4】



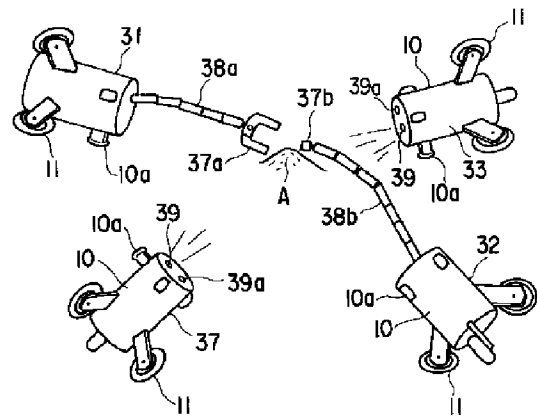
【図5】



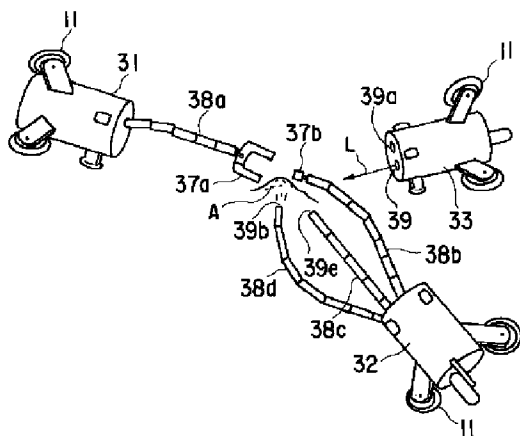
【図6】



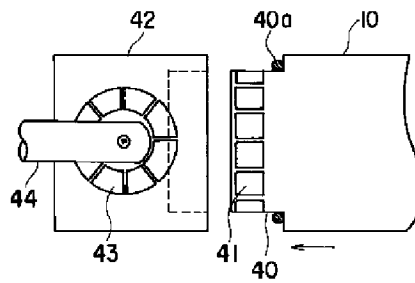
【図7】



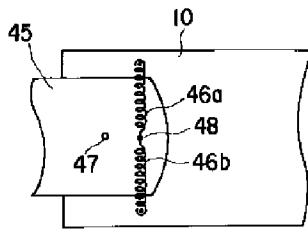
【図8】



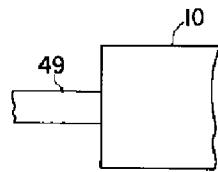
【図9】



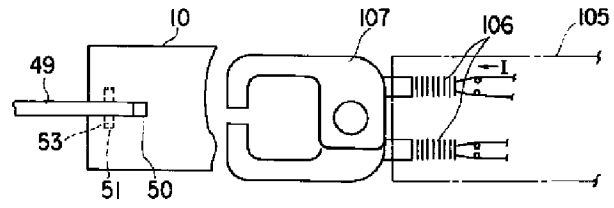
【図10】



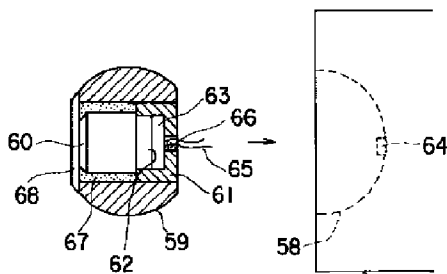
【図11】



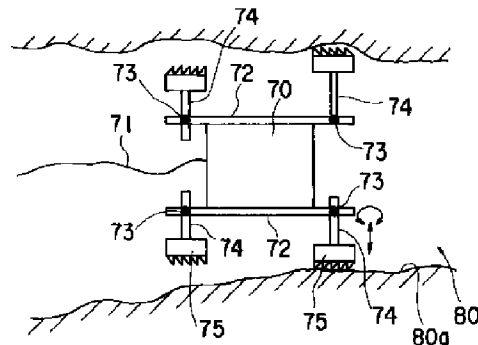
【図27】



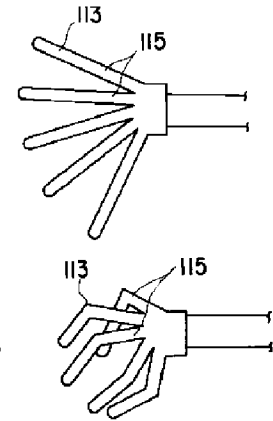
【図15】



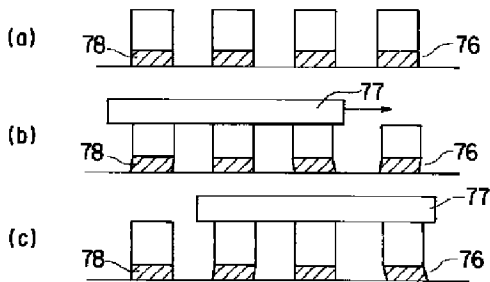
【図16】



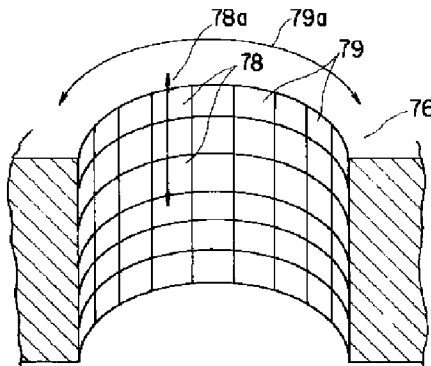
【図30】



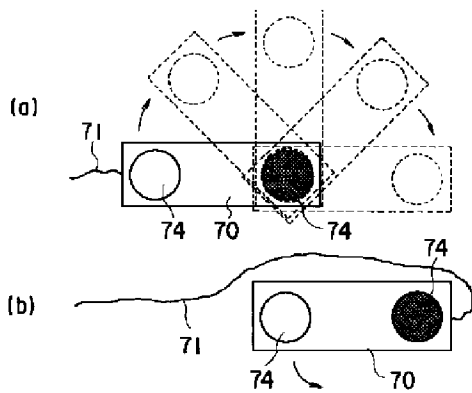
【図17】



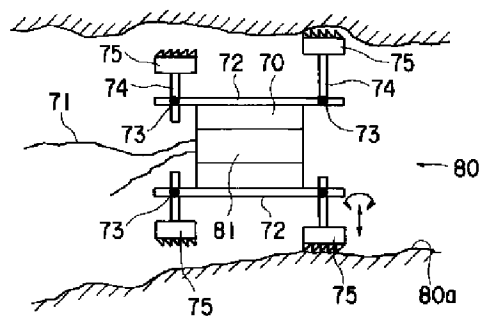
【図18】



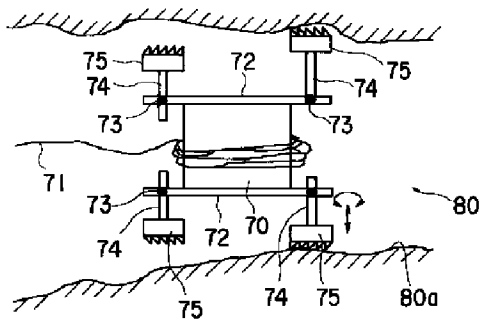
【図19】



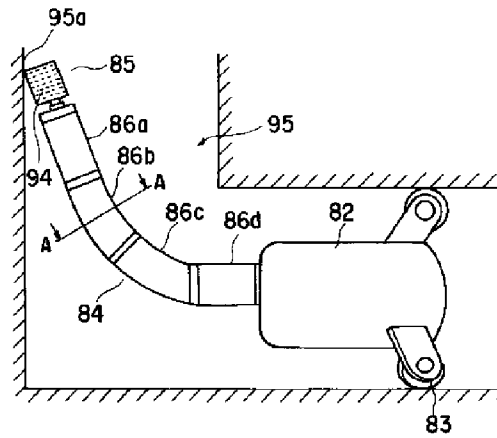
【図20】



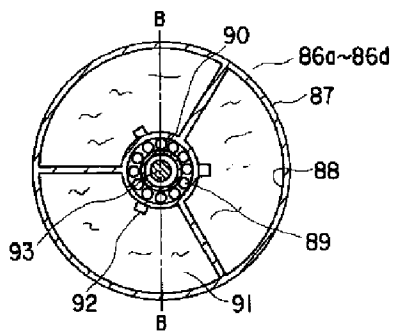
【図21】



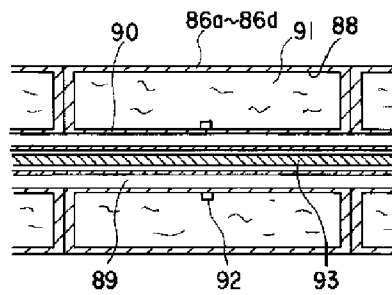
【図22】



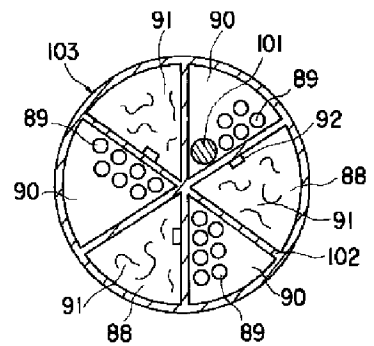
【図23】



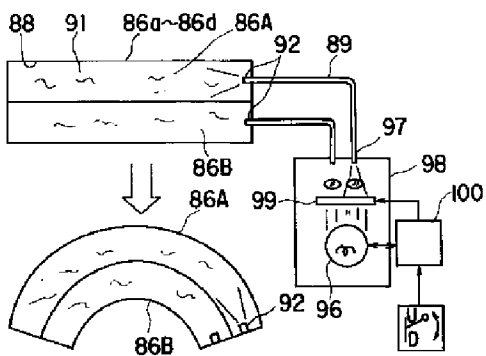
【図24】



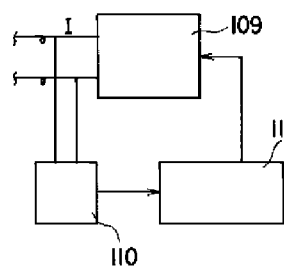
【図26】



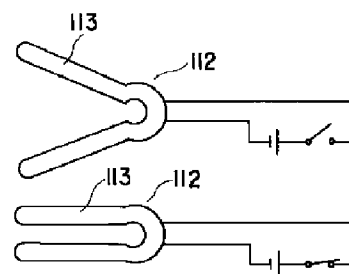
【図25】



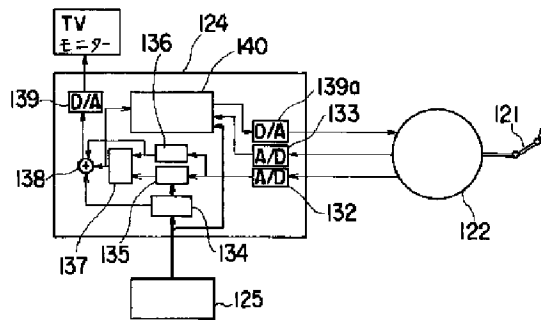
【図28】



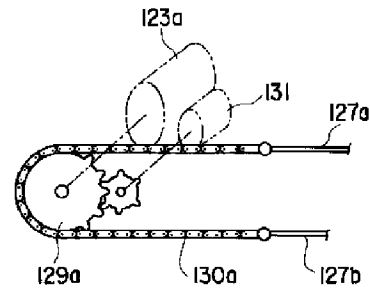
【図29】



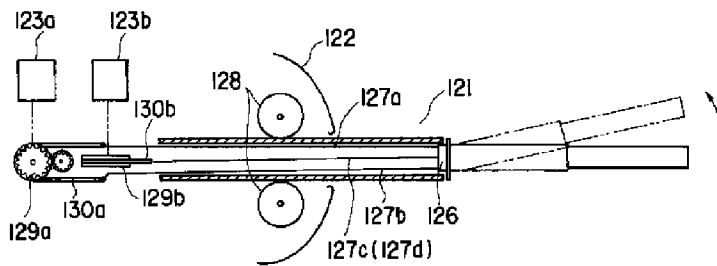
【図31】



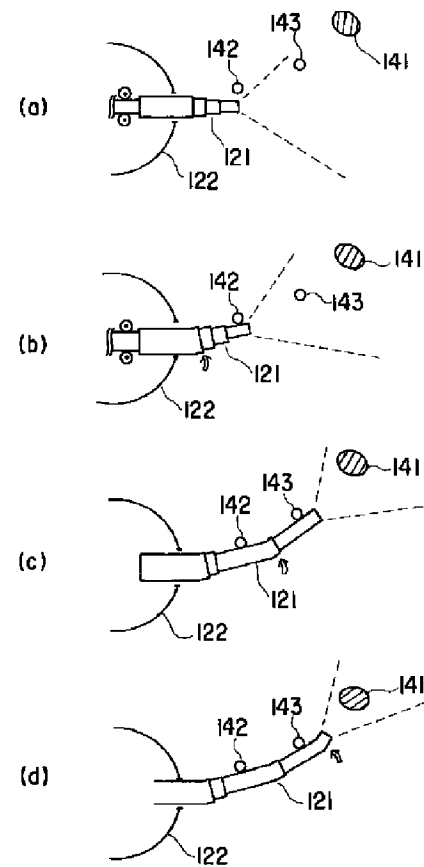
【図33】



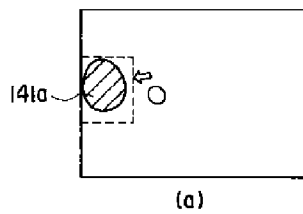
【図32】



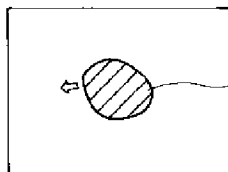
【図34】



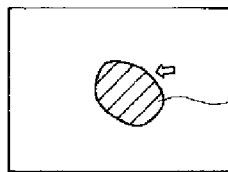
【図35】



(a)

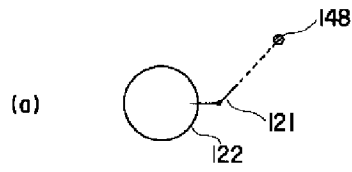


(b)

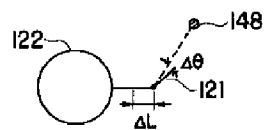


(c)

【図37】

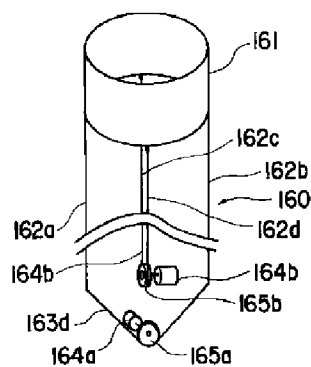


(a)

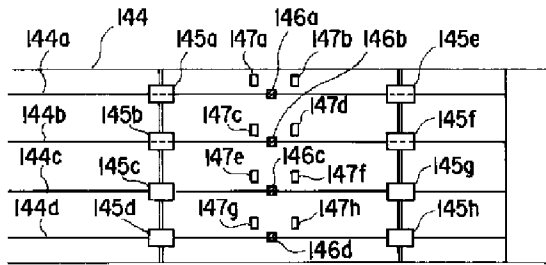


(b)

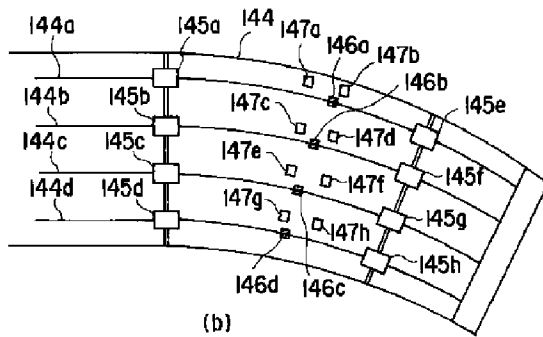
【図39】



【図36】

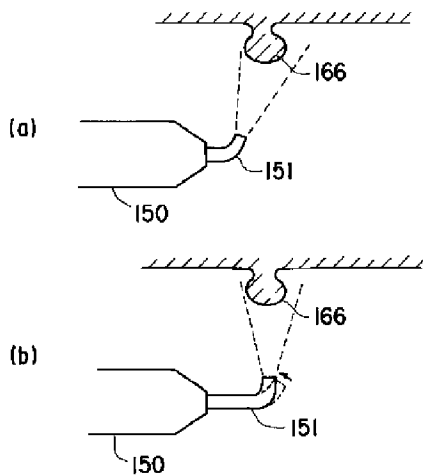


(a)

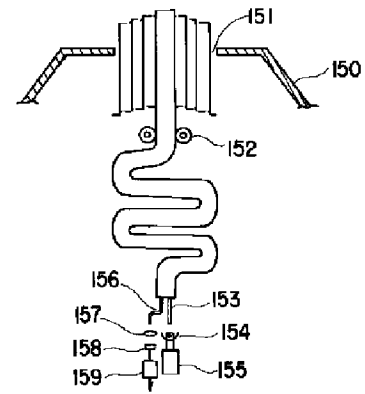


(b)

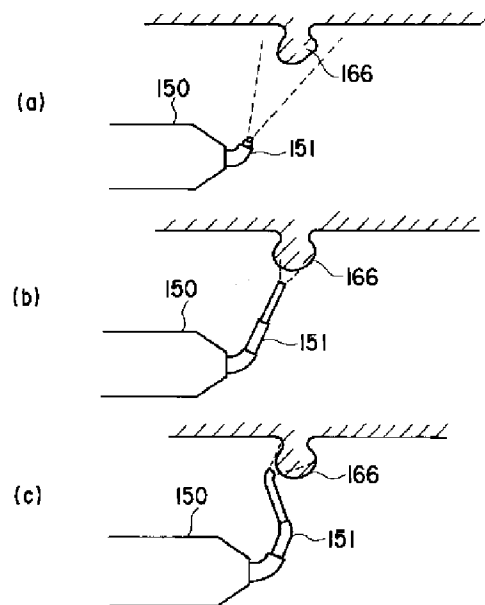
【図40】



【図38】



【図41】



【手続補正書】

【提出日】平成4年11月11日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正内容】

【0020】ここで、BPF20は、電源用の周波数以外の周波数で印加される制御用の信号はマイクロシンの制御用の多量のデータを効率良く送る必要があるた *

*め、それを変調（AM、FM、FSK等）して送出する。なお、誤動作を防止するため、電源供給用の周波数と制御用の周波数はn次高調波の関係とならないように設定し、その周波数のみBPF20で制限して制御回路に信号を送る。マイクロマシン本体10側では受信信号を復調して必要な制御信号のみを取り出す。この取り出した制御信号によりマイクロマシン本体10の制御を行う。

フロントページの続き

(72)発明者 高見澤 一史
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 鈴木 克哉
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内